Opérateur CALC_THETA

1 But

Définir un champ thêta pour le calcul du taux de restitution d'énergie et des facteurs d'intensité de contraintes.

Dans le cadre de la mécanique de la rupture, cet opérateur permet de définir sur tous les nœuds du maillage :

- le module du champ thêta,
- en 2D la direction de propagation du fond de fissure (égale à celle du champ thêta) avec le mot clé DIRECTION,
- en 3D la direction du champ thêta calculée automatiquement à partir des directions de propagation des nœuds en fond de fissure. Ces directions sont récupérées par le concept de type fond_fiss (produit par l'opérateur DEFI_FOND_FISS), ou par les mots clés DIRE_THETA ou DIRECTION,
- les rayons Rinf et Rsup des couronnes entourant le fond de fissure et utilisés pour définir géométriquement le champ thêta.

En 2D le fond de fissure est réduit à un nœud et les couronnes sont circulaires. En 3D les rayons peuvent être variables avec l'abscisse curviligne du fond de fissure et Rinf, Rsup définissent alors deux cylindres déformés et variables entourant le fond de fissure.

Le champ thêta est utilisé dans la commande CALC_G [U4.82.03] pour le calcul des paramètres caractéristiques de la mécanique de la rupture. Le champ thêta peut d'ailleurs être directement défini dans cet opérateur.

Le concept produit est de type cham_no_sdaster.

2 Syntaxe

```
theta [cham_no_sdaster] = CALC_THETA

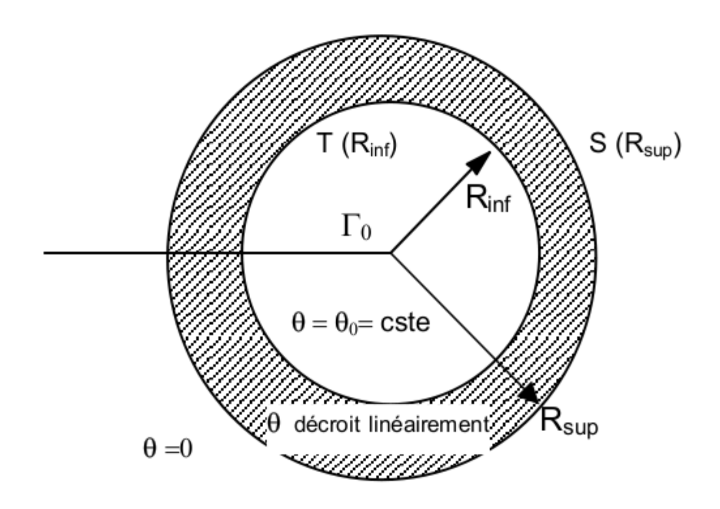
(  ◊   OPTION =  /   'COURONNE',                            [DEFAUT]
                 /   'BANDE',
   ♦   MODELE = mo,                                         [modele]
   ♦   /   ♦   FOND_FISS = ff,                              [fond_fiss]
           ♦   THETA_3D  = _F ( ♦  /   TOUT     = 'OUI',
                                   /   GROUP_NO = lgno  ,   [l_gr_noeud]
                                   /   NOEUD    = lno   ,   [l_noeud])
                                ♦  /   ♦   MODULE    = theta , [R]
                                       ◊   R_INF     = r,   [R]
                                       ◊   R_SUP     = R,   [R]
                                   /   ♦   MODULE_FO = thetaz, [fonction]
                                       ♦   R_INF_FO  = rz,  [fonction]
                                       ♦   R_SUP_FO  = Rz,  [fonction]
                          ),
       /    ♦   THETA_2D  = _F( ♦  /   GROUP_NO = gno,      [l_gr_noeud]
                                   /   NOEUD    = no,       [l_noeud])
                                ♦   MODULE = module,        [R]
                                ♦   R_INF  = rinf,          [R]
                                ♦   R_SUP  = rsup,          [R]
                          ),
   ◊   /   DIRECTION =   (   d1  , d2  , d3),             [l_R]
       /   DIRE_THETA    =   chamno ,                     [cham_no_sdaster]
   ◊   IMPRESSION=_F (  ◊   FORMAT =  /   'EXCEL',        [DEFAUT]
                                      /   'AGRAF',
                        ◊   UNITE  =  /   8,              [DEFAUT]
                                      /   unit,           [I]
                    )
)
```

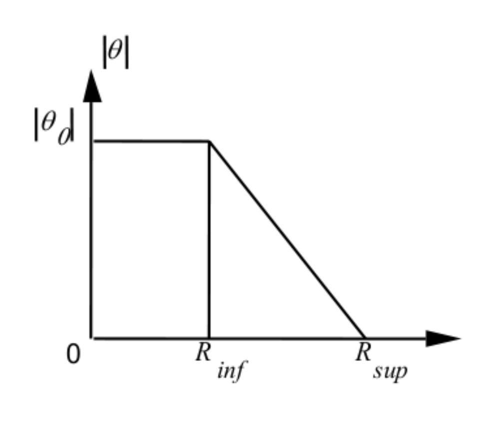
3 Opérandes

Cette manière d'introduire le champ $\boldsymbol{\theta}$ est géométrique [R7.02.01]. Elle revient à se donner deux rayons R_{inf}, $R_{\sup}$, et $|\boldsymbol{\theta}|$ en chaque nœud du fond de fissure par le mot clé facteur THETA_3D ou THETA_2D. On effectue des calculs de distance d'un nœud courant au fond de fissure pour déterminer la valeur de $\boldsymbol{\theta}$ en ce nœud.

Plus précisément, en tout nœud du fond de fissure Γ_0, repéré par son abscisse curviligne *s*, on peut définir un plan normal P dans lequel le champ $\boldsymbol{\theta}$ est introduit de telle façon qu'après s'être donné 2 volumes T et S (cylindres déformés) entourant le fond de fissure, on a :

- $|\boldsymbol{\theta}|=\boldsymbol{\theta}_{\mathbf{0}}=cste$ dans $T(R_{\inf})$
- $|\boldsymbol{\theta}|$ varie linéairement par rapport au rayon dans la couronne $S(R_{\sup})/T(R_{\inf})$
- $|\boldsymbol{\theta}|=0$ à l'extérieur de $S(R_{\sup})$





3.1 Opérande MODELE

♦ MODELE = mo,
Nom du concept modele qui définit les éléments sur lesquels est calculé le champ $\boldsymbol{\theta}$.

3.2 Mécanique de la rupture - problème 3D

3.2.1 Opérande FOND_FISS

/ ♦ FOND_FISS = ff,
Nom du concept ff de type fond_fiss, produit par la commande DEFI_FOND_FISS, contenant :

- la liste ordonnée des nœuds décrivant le fond de fissure,

- la liste des mailles décrivant la lèvre supérieure de la fissure,
- la liste des mailles de la lèvre inférieure de la fissure si celle-ci existe (cas d'un problème non symétrique).

3.2.2 Opérande THETA_3D

/ ♦ THETA_3D =

Définit les nœuds ou les groupes de nœuds décrivant entièrement le fond de fissure où on affecte les rayons de la couronne et le module de θ .
L'ensemble des nœuds du fond de fissure est précisé par les opérandes :

/ TOUT	=	prise en compte de la totalité des nœuds du fond de fissure.
/ GROUP_NO	=	prise en compte d'une sous-partie du fond de fissure constituée de la liste de groupes de nœuds spécifiée.
/ NOEUD	=	prise en compte d'une sous-partie du fond de fissure constituée de la liste des nœuds spécifiée.

Les deux rayons définissant la couronne et le module de θ peuvent être introduits soit par des valeurs réelles constantes qui sont arguments des mots clés simples R_INF, R_SUP et MODULE ; soit par des fonctions de l'abscisse curviligne sur le fond de fissure orienté, qui sont arguments des mots clés simples R_INF_FO, R_SUP_FO et MODULE_FO.
Lorsque les rayons ne sont pas fonction de l'abscisse curviligne, les opérandes R_INF et R_SUP sont facultatifs. S'ils ne sont pas indiqués, ils sont automatiquement calculés à partir du maximum h des tailles de mailles connectées aux nœuds du fond de fissure. Ces tailles de mailles en chaque nœuds du fond sont calculées dans la commande DEFI_FOND_FISS et sont présentent dans le concept fond_fiss [D4.10.01]. Il a été choisi de poser R_SUP = 4h et R_INF = 2h. Si on choisit la valeur automatiquement calculée pour R_SUP et R_INF, il convient toutefois de s'assurer que ces valeurs (affichées dans le fichier .mess) sont cohérentes avec les dimensions de la structure.

3.2.3 Opérandes DIRE_THETA et DIRECTION

/ DIRECTION = (d1 , d2 , d3),

Liste des valeurs des trois composantes de la direction du champ θ sur le fond de fissure lorsque celle-ci n'est pas calculée.

/ DIRE_THETA = chamno ,

Permet d'introduire en 3D la direction du champ θ sur tous les nœuds du fond de fissure par le biais d'un CREA_CHAMP préalable.

Ces options sont facultatives : par défaut ces directions sont calculées automatiquement à partir du concept ff issu de la commande DEFI_FOND_FISS [U4.82.01] (normale au fond de fissure dans le plan des lèvres). Si la direction est donnée, elle doit être orthogonale à la normale aux lèvres de la fissure, qui est définie dans l'opérateur DEFI_FOND_FISS (mot clé NORMALE).

3.3 Mécanique de la rupture - problème 2D

3.3.1 Opérande THETA_2D

/ ♦ THETA_2D =

Mot clé facteur définissant le nœud du fond de fissure :
/ GROUP_NO = gno (groupe de nœuds limité à un nœud)
/ NOEUD = no

Le module de θ et les deux rayons sont arguments des mots clés simples MODULE, R_INF, R_SUP.

3.3.2 Opérande DIRECTION

```
/   DIRECTION =   (   d1  , d2  , d3),
```

Liste des valeurs des trois composantes de la direction du champ θ sur le fond de fissure lorsque celle-ci n'est pas calculée. En 2D ce mot clé est obligatoire : il faut fournir un vecteur de la forme (d1, d2, 0).

La direction doit être orthogonale à la normale aux lèvres de la fissure, qui peut être définie dans l'opérateur DEFI_FOND_FISS (mot clé NORMALE).

3.4 Opérande IMPRESSION

```
◊   FORMAT=  /   'EXCEL'   ,          [DEFAUT]
             /   'AGRAF'   ,
◊   UNITE =  /   8    ,               [DEFAUT]
             /   unit ,
```

Mot clé facteur permettant d’imprimer sur le fichier d’unité logique unit (para défaut 8) pour chaque nœud du fond de fissure rinf, rsup, le module et la direction du champ thêta. Le format 'AGRAF' permet de post-traiter l’impression par Agraf.

4 Exemples

4.1 Affectation d'un champ θ en 2D par valeurs réelles

On affecte sur le nœud du fond de fissure $|\theta|=1$ R_INF = 1 et R_SUP = 2

```
THET2 = CALC_THETA (  MODELE     = mo,
                      THETA_2D =_F(NOEUD  =('NO29'),
                                  MODULE = 1., R_INF = 1.,R_SUP = 2.),
                      DIRECTION  =(1.,1.,0.),
                    )
```

avec mo le concept modele produit par la commande AFFE_MODELE.

4.2 Affectation d'un champ θ en 3D par valeurs réelles

Sur le fond de fissure on affecte sur tous les nœuds $|\theta|=1$, $R_{INF}=2.$ et $R_{\mathrm{SUP}}=5.$ par valeurs réelles constantes.

La direction du champ θ est donnée sur chacun de ces nœuds, elle vaut $(1.0.0.)$.

```
THET3 = CALC_THETA (  OPTION     ='COURONNE',MODELE =mo,
                      FOND_FISS =ff1,
                      THETA_3D   =_F(TOUT = 'OUI',
                                  MODULE = 1.,R_INF = 2.,R_SUP = 5.),
                      DIRECTION  =(1.,0.,0.),
                    )
```

avec mo le concept modele produit par la commande AFFE_MODELE.
ff1 le concept de type fond_fiss produit par la commande DEFI_FOND_FISS.

4.3 Affectation d'un champ θ en 3D par valeurs réelles et par fonction avec règle de surcharge

•Sur le fond de fissure on affecte sur le groupe de nœuds $GRN1$, $|\theta|=1$. $R_{\mathrm{inf}}=2.$ et $R_{\mathrm{sup}}=5.$ par valeurs réelles constantes, et sur le groupe de nœuds $GRN2$, $|\theta|$, R_{inf} et R_{sup} par fonctions.

La direction du champ θ est calculée automatiquement aux nœuds du fond de fissure.

```
THETA1 = CALC_THETA ( OPTION   = 'COURONNE',MODELE = mo,
                      FOND_FISS =ff1,
                      THETA_3D = (_F(GROUP_NO = 'GRN1',
                                  MODULE = 1.,
                                  R_INF = 2.,R_SUP = 5.),
                                 _F(GROUP_NO = 'GRN2',
                                  MODULE_FO=fo,
                                  R_INF_FO=f1,R_SUP_FO=f2),
                    )
```

avec :

mo le concept modele produit par la commande AFFE_MODELE.
ff1 le concept de type fond_fiss produit par la commande DEFI_FOND_FISS.

GRN1 ={NO3 NO7 NO10}, GRN2 = {NO13 NO15}

Le fond de fissure est constitué des nœuds : $NO3$, $NO7$, $NO10$, $NO13$, $NO15$ de façon ordonnée.

f0, f1, f2 sont respectivement les fonctions définissant $|\theta|$ et les deux rayons des couronnes pour $GRN2$ produits par la commande DEFI_FONCTION.

Remarque :

GRN1 et GRN2 doivent décrire complétement le fond de fissure représenté dans le concept `ff1` .

•Sur le fond de fissure on affecte $|\theta|$, R_{inf} et R_{sup} par fonction sauf aux nœuds $NO29$ et $NO15$ où l'on affecte $|\theta|=1.$ $R_{\mathrm{INF}}=2.$ $R_{\mathrm{SUP}}=3.$ par valeurs réelles constantes.

La direction du champ $\boldsymbol{\theta}$ est calculée aux nœuds du fond de fissure.

```
THETA2 = CALC_THETA (  OPTION   ='COURONNE',MODELE = mo,FOND_FISS =ff3,
                       THETA_3D =_F(TOUT ='OUI'
                                    MODULE_FO=fa,
                                    R_INF_FO=fb,R_SUP_FO=fc),
                                 _F(NOEUD =( 'NO29', 'NO15'),
                                    MODULE = 1.,
                                    R_INF = 2.,R_SUP = 3.  ),),
                     )
```

avec :

`mo` le concept `modele` produit par la commande `AFFE_MODELE`.

`ff3` le concept de type `fond_fiss` produit par la commande `DEFI_FOND_FISS`.

`fa, fb, fc` sont respectivement les fonctions définissant $|\theta|$ et les deux rayons des couronnes pour tout le fond de fissure, produits par la commande `DEFI_FONCTION`.

Remarque :

La règle de surcharge s'applique ici pour les nœuds du fond de fissure $NO29$ et $NO15$.